

BAB VI

PERHITUNGAN SISTEM PIPA

6.1 UMUM

Sistem pipa merupakan bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan ke titik pengeluaran semua pipa baik untuk memindahkan tenaga atau pemompaan harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaan seperti halnya pada perlengkapan kapal lainnya.

6.2 BAHAN PIPA

Bahan pipa yang digunakan di kapal adalah :

- Seamless Drawing Steel Pipe (pipa baja tanpa sambungan)



Gambar 6.1. Seamless Drawing Steel Pipe

Pipa jenis ini digunakan untuk semua penggunaan dan dibutuhkan untuk pipa tekan dan sistem bahan bakar dari pompa injeksi bahan bakar motor pembakaran dalam.

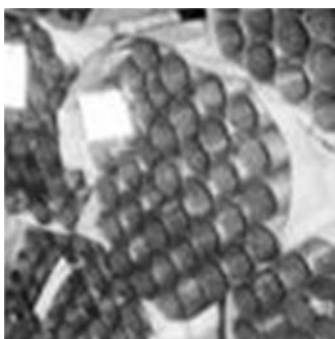
- Seamless Drawn Pipe dari Tembaga atau Kuningan

Pipa jenis ini tidak boleh digunakan pada temperatur lebih dari 406 °F dan tidak boleh digunakan pada super heater (uap dan panas lanjut).

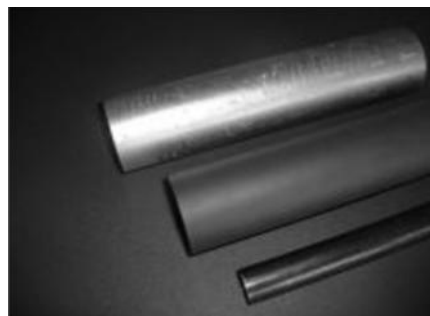


Gambar 6.2. Seamless Drawn Pipe

➤ Lap Welded / Electric Resistance Welded Steel Pipe



Gambar 6.3. Lap Welded Steel Pipe

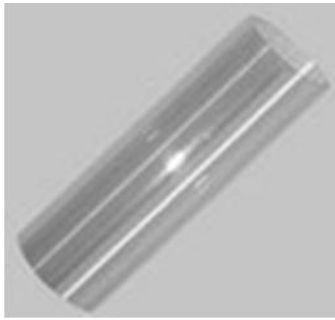


Gambar 6.4. Electric Resistance Welded Steel Pipe

Pipa jenis ini tidak diijinkan untuk digunakan dalam sistem di mana tekanan kerja melampaui 350 Psi atau pada temperatur di mana sistem yang dibutuhkan pipa tekanan tanpa sambungan.

➤ Baja Schedule 40

Pipa ini dilindungi terhadap kerusakan mekanis yaitu perlindungan menyeluruh dengan sistem galvanis. Dengan sistem perlindungan tersebut maka pipa dapat digunakan untuk suplai air laut, dapat juga untuk saluran sistem bilga, kecuali dalam ruangan yang kemungkinan mudah terkena api sehingga dapat melebar dan merusak sistem bilga.

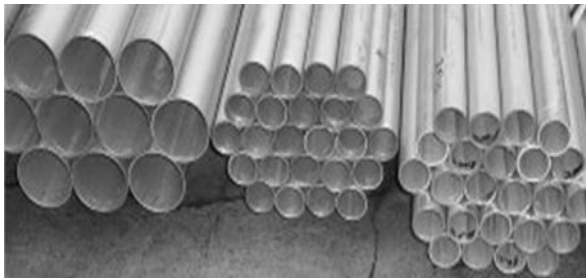


Gambar 6.5. Baja Schedule 40

➤ Pipa Schedule 80 – 120

Pipa jenis ini diisyaratkan mempunyai ketebalan yang lebih tebal dibandingkan dengan jenis pipa yang lain. Dalam penggunaan pipa schedule 80 – 120 dapat difungsikan sebagai pipa hidrolis yaitu pipa dengan aliran fluida bertekanan tinggi.

➤ Pipa Galvanis



Gambar 6.6. Pipa Galvanis

Pipa jenis ini digunakan untuk suplai air laut (sistem Ballast dan Bilga).

6.3 BAHAN KATUP DAN PERALATAN (FITTING)

➤ Kuningan (Bross)

Katup dengan bahan ini digunakan untuk temperatur di bawah 450 °F. Bila temperatur lebih besar dari 550° F maka digunakan material perunggu.

Biasanya mempunyai diameter 3 inchi dan tekanan kerja dapat lebih besar dari 330 Pcs.

➤ Baja Cor/ Tuang

Dapat dipakai pada setiap sistem dan untuk semua tekanan/ temperatur.

➤ Besi Cor dan Campuran Setengah Baja

Dapat digunakan untuk temperatur yang tidak melebihi 450° F. Kecuali jika untuk sistem yang bersangkutan diperlukan bahan lain.

➤ FLENS

Flens dipakai untuk sistem pipa, dapat dipasang pada pipa – pipa dengan salah satu cara di bawah ini dengan mempertimbangan bahan yang dipakai. Pipa Baja
Pipa baja dengan diameter normal lebih dari 12 inchi harus dimuaikan (expanded) ke dalam flens baja atau dapat dibaut pada flens atau dilas.

➤ Pipa yang lebih kecil

Dapat dibaut kedalam flens tanpa dilas tetapi untuk pipa uap air dan minyak juga disesuaikan supaya memastikan adanya kedekatan pada ulirnya.

➤ Pipa non ferro

Harus dipatri (solder trased) tetapi untuk diameter lebih kecil atau sama dengan 2 inchi dapat dibaut.

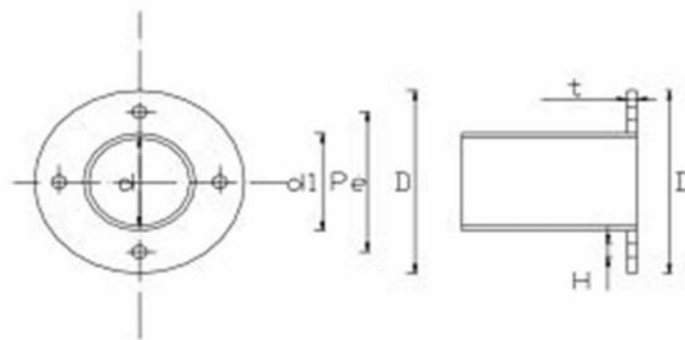
Tabel 6.1. Ketentuan Sambungan Pipa Dengan Flens

d	d1	Pe	D	t	H	J.Baut
15	21,0	60	80	9	12	4
20	27,7	65	85	10	12	4
25	34,0	75	95	10	12	4
32	42,7	90	115	12	15	4
40	48,6	95	120	12	15	4
65	76,3	130	150	14	15	4
80	89,1	145	180	14	15	4
100	114,3	165	200	16	19	4
125	159,8	200	135	16	19	8
150	165,2	135	265	18	19	8
200	216,3	280	320	20	20	8

Sumber : BKI Th.2006 Vol III Sec.10

Keterangan:

- d = Diameter dalam pipa
d1 = Diameter luar pipa
Pe = Diameter letak baut flens
D = Diameter flens
t = Tebal flens
H = Diameter Baut
J baut = Jumlah Baut



Gambar 6.7. Flens

6.4 KETENTUAN UMUM SISTEM PIPA

Sistem pipa harus dilaksanakan sepraktis mungkin dengan bengkokan dan sambungan las atau brazing sedapat mungkin dengan flens atau sambungan yang dapat dilepas dan dipindahkan jika perlu semua pipa harus dilindungi sedemikian rupa sehingga terhindar dari kerusakan mekanis dan harus ditumpu/ dijepit sedemikian rupa untuk menghindari getaran.

Tabel 6.2. Standart Ukuran Pipa Baja

Inside Diameter (mm)	Nominal Size (inch)	Outside Diameter (mm)	SGP Tebal Min (mm)	Schedule 40 (mm)	Schedule 80 (mm)
6	¼	10.5	2.0	1.7	2.4
10	3/8	17.3	2.3	2.3	3.2
15	½	21.7	2.8	2.8	3.7
20	¾	27.2	3.2	2.9	3.9
25	1	34.0	3.5	3.4	4.5

32	1 ¼	42.7	3.5	3.6	4.9
40	1 ½	48.6	3.8	3.7	5.1
50	2	60.5	4.2	3.9	5.5
65	2 ½	76.3	4.2	5.2	7.0
80	3	89.1	4.5	5.5	7.6
100	4	114.3	4.5	6.0	8.6
125	5	139.8	5.0	6.6	9.5
150	6	165.2	5.8	7.1	11.0
200	8	216.3	6.6	8.2	12.7
250	10	267.4	6.9	9.3	-
300	12	318.5	7.9	10.3	-
250	14	355.6	7.9	11.1	-
400	16	406.4	-	12.7	-
450	18	457.2	-	-	-

Sumber : JIS Th. 2002

➤ Sistem Bilga

Susunan Pipa Bilga

Pipa – pipa bilga dan penghisapannya harus ditentukan sedemikian rupa sehingga dapat dikeringkan sempurna, Walaupun dalam keadaan miring atau kurang menguntungkan. Pipa – pipa hisap harus diatur dikedua sisi kapal, pada ruangan – ruangan dikedua ujung kapal, masing – masing cukup dilengkapi dengan satu pipa hisap yang dapat mengeringkan ruangan tersebut. Ruangan yang terletak dimuka sekat tubrukan dan belakang tabung poros propeller yang tidak dihubungkan dengan sistem pompa bilga umum harus dikeringkan dengan cara yang memadai.

Pipa Bilga yang melalui tangki – tangki.

Pipa bilga tidak boleh dipasang melalui tangki minyak lumas dan air minum. Jika pipa bilga melalui tangki bahan bakar yang terletak diatas alas ganda dan berakhir dalam ruangan yang sulit dicapai selama pelayaran maka harus dilengkapi dengan katup periksa atau check valve tambahan, tepat dimana pipa bilga tersebut dalam tangki bahan bakar.

Pipa Expansi

Dari jenis yang telah disetujui harus digunakan untuk menampung ekspansi panas dari sistem bilga. Konseptor ekspansi karet tidak diijinkan untuk dipergunakan dalam kamar mesin dan tangki – tangki.

Pipa hisap bilga dan saringan – saringan.

Pipa hisap harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak menyulitkan saat membersihkan pipa hisap, dan kotak pengering pipa hisap dilengkapi dengan saringan yang tahan karat. Aliran pipa hisap bilga darurat tidak boleh terhalang dan pipa hisap tersebut terletak pada jarak yang cukup dari alas dalam.

Katub dan Perlengkapan Pipa Bilga.

Katub alih atau perlengkapan pada pipa bilga terletak pada tempat yang mudah dicapai dalam ruangan dimana pompa bilga ditempatkan.

➤ Sistem Ballast

Susunan pipa ballast

Pipa hisap dalam tangki ballast harus diatur sedemikian rupa sehingga tangki – tangki tersebut dapat dikeringkan sewaktu kapal dalam keadaan trim atau miring yang kurang menguntungkan.

Pipa ballast yang melewati ruang muat.

Jika pipa ballast terpasang dari ruang pompa belakang ke tangki air ballast didepan daerah tangki muatan melalui tangki muatan maka tebal dinding pipa harus diperbesar lengkung pipa untuk mengatasi pemuaian harus ada pada pipa ini.

➤ Sistem Bahan Bakar

Susunan pipa bahan bakar

Pipa bahan bakar tidak boleh melalui tangki air minum maupun tangki minyak lumas. Pipa bahan bakar tidak boleh terletak disekitar komponen – komponen mesin yang panas.

Pipa pengisi dan pengeluaran.

Pengisian pipa bahan bakar cair harus disalurkan melalui pipa – pipa yang permanen dari geladak terbuka atau tempat – tempat pengisian bahan bakar dibawah geladak. Disarankan meletakkan pipa pengisian pada kedua sisi kapal. Penutupan pipa di atas geladak harus dapat dilakukan, bahan bakar dialirkan menggunakan pipa pengisian.

➤ Sistem Pipa Air Tawar

Susunan pipa air tawar :

Pipa – pipa yang berisi air tawar tidak boleh melalui pipa – pipa yang bukan berisi air tawar. Pipa udara dan pipa limbah air tawar boleh dihubungkan dengan pipa lain dan juga tidak boleh melewati tangki – tangki yang berisi air tawar yang dapat diminum. Ujung – ujung atas dari pipa udara harus dilindungi terhadap kemungkinan masuknya serangga ke dalam pipa tersebut. Pipa juga harus cukup tinggi terletak dari geladak dan letaknya tidak boleh melalui tangki yang isinya bahan cair yang dapat diisi air minum. Pipa air tawar tidak boleh dihubungkan dengan pipa air lain yang bukan berisi air minum.

Sistem Saniter, Scupper, dan Sewage

Pipa Saniter dan Scupper berkisar antara 50 s/d 100 mm

Direncanakan 3” (80 mm) tebal direncanakan 4,2 mm.

Lubang Pembuangan Scupper dan Saniter

Lubang pembuangan dalam jumlah dan ukuran yang cukup untuk mengeluarkan air, harus dipasang pada geladak cuaca dan geladak lambung timbul dalam bangunan atas dan rumah geladak yang tertutup. Pipa pembuangan di bawah garis muat musim panas harus dihubungkan pipa sampai bilga dan harus dilindungi dengan baik. Lubang pembuangan dan saniter tidak boleh dipasang di atas garis muat kosong di daerah peluncuran sekoci penolong.

➤ Pipa Sewage (saluran kotoran)

Diameter pipa sewage paling kecil 100 mm. Direncanakan berdiameter = 4” tebal 4,5 mm

➤ Sistem Pipa Udara

Susunan Pipa Udara

Semua tangki dan ruangan kosong dan lain-lain pada bangunan yang tertinggi harus dilengkapi dengan pipa udara yang dalam keadaan biasa harus berakhir diatas geladak utama atau terbuka. Pipa-pipa udara dari tangki-tangki pengumpulan atau penampungan minyak yang tidak dipanasi boleh terletak pada tempat yang mudah terlihat dalam ruangan kamar mesin. Pipa-pipa udara harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi adanya pengumpulan cairan dalam pipa tersebut. Pipa-pipa udara dari tangki penyimpanan minyak lumas, boleh berakhir pada kamar mesin jika dinding tangki lumas tersebut adalah dari lambung kapal maka pipa udaranya harus berakhir di selubung kamar mesin di atas geladak lambung timbul. Pipa udara dari tangki-tangki cofferdam dan ruangan yang merupakan pipa hisap bilga harus dipasang dengan pipa udara yang berakhir di ruangan terbuka. Pipa-pipa udara dari tangki-tangki cofferdam dan ruangan-ruangan yang merupakan pipa hisap bilga harus dipasang dengan pipa udara yang berakhir dengan/ di ruang terbuka. Mengenai syarat pemasangan pipa udara, diterangkan pada buku Perlengkapan Kapal A dan B Hal. 112, yaitu : Untuk tangki muat dan deck akil (fore castle deck), tinggi pipa udara 900 mm. Untuk bangunan atas, tinggi pipa udara 780 mm.

(Sumber : Diktat Perlengkapan Kapal, Jilid A dan B)

Pipa Duga

Diameter pipa duga minimal adalah 32 mm dan direncanakan 1 ¼. Tangki-tangki, ruangan, cofferdam dan bilga dalam ruangan yang tidak mudah dicapai setiap waktu, harus dilengkapi pipa duga sedapat mungkin pipa duga tersebut harus memanjang ke bawah sampai dekat alas. Pipa-pipa duga yang ujungnya terletak di bawah garis lambung timbul harus dilengkapi dengan katub otomatis, pipa duga

semacam itu hanya diijinkan dalam ruangan yang dapat diperiksa dengan teliti. Pipa duga tangki harus dilengkapi dengan pengaturan tekanan yang dibuat sedekat mungkin di bawah geladak tangki. Setiap pipa duga harus dilengkapi dengan pelapis di bawahnya jika pipa duga tersebut dihubungkan dengan kedudukan samping atas pipa cabang, di bawah pipa duga tersebut harus dipertebal secukupnya.

Bahan Pipa Duga

Pipa baja harus dilindungi terhadap pengkaratan pada bagian dalam dan lainnya.

6.5 PERHITUNGAN SISTEM PIPA

1. Pipa Bilga Utama

Perhitungan Diameter Pipa Bilga Utama

Diameter (dalam) pipa bilga utama (dH) sesuai register untuk kecepatan minimum aliran dalam pipa (VCL) = 2 m/s.

$$dH = 1,68 \sqrt{L \times (B+H)} + 25 \text{ (mm)}$$

(Ref : 6.2. BKI Th.2006 Vol. III Sec. 11.N.2.2a)

dimana :

L = 65 m (Panjang Kapal)

B = 11 m (Lebar Kapal)

H = 6,4 m (Tinggi Kapal)

Maka :

$$\begin{aligned} dH &= 1,68 \sqrt{65 \times (11+6,4)} + 25 \text{ (mm)} \\ &= 57,12 \text{ mm (minimum)} \end{aligned}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan diameter dalam pipa bilga utama (dH) = 65 mm = 2 1/2 Inch, diameter luar pipa bilga utama (da) = 76,3 mm

Perhitungan Tebal Pipa Bilga Utama

$$S = S_o + c + b$$

Dimana :

$$S_o = \frac{(d_a \times P_c)}{(20 \times \sigma_{perm} \times V) + P_c}$$

d_a = Diameter Luar Pipa

$$= 76,3 \text{ mm}$$

P_c = Ketentuan Tekanan

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

$$= 65 \text{ N/mm}^2$$

v = Faktor Efisiensi

$$= 1,00$$

c = faktor korosi sea water lines

$$= 3,00$$

$$b = 0$$

$$S_o = \frac{(76,3 \times 16)}{(20 \times 65 \times 1) + 16}$$

$$= 0,927 \text{ mm}$$

Maka :

$$S = 0,927 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,927 \text{ mm (tebal minimum)}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa bilga utama (S) = 4,2 mm

2. Pipa Bilga Cabang

a. Perhitungan diameter (dalam) Pipa Bilga Cabang

$$d_z = 2,15 \sqrt{1 \times (B + H)} + 25 \text{ (mm)}$$

(Ref: 6,3 BKI Th.2006 Vol. III

Sec.11.N.2.2.b)

Dimana :

l = panjang kompartemen yang kedap air = 12 m

Maka :

$$d_z = 2,15 \sqrt{12 \times (11 + 6,4)} + 25 \text{ mm}$$

$$= 32,874 \text{ mm}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan diameter dalam pipa bilga cabang (d_z) = 32 mm = 1 1/4 Inch, diameter luar pipa bilga cabang (d_a) = 42,7 mm

Perhitungan Tebal Pipa Cabang

$$S = S_o + c + b \text{ (mm)}$$

Dimana:

$$S_o = \frac{(d_a \times P_c)}{(20 \times \sigma_{perm} \times V) + P_c}$$

d_a = Diameter Luar Pipa

$$= 42,7 \text{ mm}$$

P_c = Ketentuan Tekanan

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

$$= 65 \text{ N/mm}^2$$

V = Faktor Efisiensi

$$= 1,00$$

c = Faktor korosi Seawater Lines

$$= 3,00$$

b = 0

$$S_o = \frac{(42,7 \times 16)}{(20 \times 65 \times 1) + 16}$$

$$= 0,519$$

Sehingga:

$$S = 0,519 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,519 \text{ mm (minimum)}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa biga cabang (S) = 3,5 mm

3. Pipa Ballast

a. Perhitungan diameter pipa ballast

Diameter pipa ballast sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki air ballast yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Tangki Ballast} &= 308,31 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Jenis Air laut} &= 1,025 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Kapasitas tangki air ballast} &= V \times 1,025 \\
 &= 308,31 \text{ m}^3 \times 1,025 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 316,0177 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

Sehingga standart ukuran pipa baja (BKI) sesuai kapasitas tangki direncanakan diameter pipa ballast = 125 mm = 5 Inch, diameter luar pipa ballast = 139,8 mm

Tabel 6.3. Standart ukuran diameter pipa

Kapasitas Tangki (ton)	Diameter dalam pipa & fitting
Sampai 20	60
20 – 40	70
40 – 75	80
75 – 120	90
120 – 190	100
190 – 265	110
265 – 360	125
360 – 480	140
480 – 620	150
620 – 800	160
800 – 1000	175
1000 – 1300	200

Perhitungan Kapasitas Pompa Ballast

Kapasitas Pompa Ballast :

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} \times \text{dB}^2$$

Dimana :

Q = kapasitas air ballast diijinkan dengan 2 buah pompa + 1 cadangan yang terletak di Main Engine.

$$= 89,843 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} \times 1252$$

$$= 89,843 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Perhitungan tebal pipa ballast

Perhitungan tebal pipa ballast :

$$S = S_o + c + b \text{ (mm)}$$

(Ref : 6.6. BKI Th.2006 Vol. III Sec.11.C.2.1)

Dimana :

$$S_o = \frac{(d_a \times P_c)}{(20 \times \sigma_{perm} \times V) + P_c}$$

d_a = Diameter Luar Pipa

$$= 139,8 \text{ mm}$$

P = Ketentuan Tekanan

$$= 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2$$

V = Faktor Efisiensi

$$= 1,00$$

c = Faktor korosi Seawater Lines

$$= 3,00$$

b = 0

$$S_o = \frac{(139,8 \times 16)}{(20 \times 80 \times 1) + 16}$$

$$= 1,384 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = 1,384 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 4,384 \text{ mm (minimum)}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa ballast (S) = 5,0 mm

4. Pipa Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar sesuai dengan perhitungan pada Rencana Umum (RU) maka dibutuhkan untuk mesin induk dan mesin bantu adalah :

$$\text{BHP Mesin Induk} = 1300 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned}\text{BHP Mesin Bantu} &= 20\% \times 1300 \\ &= 260 \text{ HP}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Untuk 2 mesin bantu} &= 2 \times 260 \\ &= 520 \text{ HP}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sehingga Total HP} &= \text{BHP AE} + \text{BHP ME} \\ &= 520 + 1300 \\ &= 1820 \text{ HP}\end{aligned}$$

Kebutuhan Bahan Bakar (Qb1)

Jika 1 HP dimana koefisien pemakaian bahan bakar dibutuhkan 0,18 Kg/HP/jam :

$$\begin{aligned}\text{BHP total} &= 1820 \text{ HP} \\ &= 0,18 \text{ Kg/HP/Jam} \times 1820 \text{ HP} \\ &= 0,327 \text{ ton/jam}\end{aligned}$$

Kebutuhan Bahan Bakar tap jam

$$\begin{aligned}\text{Qb1} &= \text{Kebutuhan Bahan Bakar} \times \text{Spesifik volume berat bahan bakar} \\ &= 0,327 \text{ ton/jam} \times 1,25 \text{ m}^3/\text{ton} \\ &= 0,408 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Direncanakan Pengisian Tangki Bahan Bakar Tiap 10 Jam

Sehingga volume tangki :

$$\begin{aligned}V &= \text{Qb1} \times h \\ &= 0,408 \text{ m}^3/\text{h} \times 10 \\ &= 4,408 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Pengisian Tangki Harian diperlukan waktu 1 jam, maka pada tiap pompa tangki bahan bakar ke tangki harian :

$$\begin{aligned}\text{Qb2} &= V / \text{waktu hisap} \\ &= 4,408 / 1 \\ &= 4,408 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Diameter pipa dari tangki harian menuju mesin :

$$d = \sqrt{\frac{Qb_1}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

(Ref : 6.7. BKI Kapal Cargo Th.2013 Vol. III Sec. 11.N.3.1)

$$= \sqrt{\frac{0,408}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= 5,990 \text{ mm}$$

Sehingga sesuai standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan diameter pipa tangki harian menuju mesin = 6 mm = 1/4 Inch, diameter luar pipa = 10,5 mm

Perhitungan tebal pipa dari tangki harian menuju mesin :

$$S = S_o + c + b$$

(Ref : 6.8. BKI Kapal Cargo Th.2013 Vol. III Sec. 11.C.2.1)

Dimana :

$$S_o = (d_a P_c) / 20^{\dagger} \text{ perm } V + P_c$$

$$d_a = \text{diameter luar pipa}$$

$$= 10,5 \text{ mm}$$

$$P_c = \text{Ketentuan Tekanan}$$

$$= 16 \text{ Bar}$$

$$^{\dagger} \text{ perm} = \text{Toleransi tegangan max}$$

$$= 80 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \text{Faktor efisiensi}$$

$$= 1,00$$

$$c = \text{Faktor korosi sea water lines}$$

$$= 3,00$$

$$b = 0$$

$$S_o = (10,5 \times 16) / (20 \times 80 \times 1 + 16)$$

$$= 0,103 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$S = 0,103 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,103 \text{ mm (minimum)}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum
 pipa = 2,3 mm

Perhitungan Diameter Pipa dari tanki Bahan Bakar Menuju Tanki Harian

Direncanakan pengisian tangki bahan bakar tiap 0,5 jam.

Sehingga volume tangki = $Q_{b1} \times h$ (m³)

$$= 0,408 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ jam}$$

$$= 4,08 \text{ m}^3$$

Diameter pipa dari tanki bahan bakar menuju tanki harian :

$$\begin{aligned} db &= \sqrt{\frac{Q_{b_2}}{5,75 \times 10^{-3}}} \\ &= \sqrt{\frac{6,612}{0,00575}} \\ &= 34,890 \text{ mm (minimum)} \end{aligned}$$

Sehingga sesuai standart ukuran pipa baja (BKI) direncanakan

diameter pipa tangki bahan bakar menuju tangki harian = 40 mm = 1 1/2 Inch,
 diameter luar pipa = 48,6 mm

5. Pipa minyak lumas

Diameter pipa minyak lumas Sesuai dengan perhitungan kapasitas tangki minyak
 lumas yaitu :

$$\text{Volume Tangki Minyak Lumas} = 11 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Jenis minyak} = 0,9 \text{ ton/ m}^3$$

$$\text{Kapasitas tangki Minyak Lumas} = V \times 0,9$$

$$= 11 \text{ m}^3 \times 0,9 \text{ ton/m}^3$$

$$= 9,9 \text{ ton.}$$

$$Q_s = \text{Kapasitas minyak lumas, direncanakan 15 menit} = \frac{1}{4} \text{ jam}$$

$$= 9,9 \times 0,25$$

$$= 2,475$$

$$d = \sqrt{\frac{Q_s}{5,75 \times 10^{-3}}}$$

$$= \sqrt{\frac{2,475}{0,00575}}$$

$$= 21,395 \text{ mm}$$

Sehingga sesuai standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan diameter pipa tangki lumas menuju tangki harian = 25 mm = 1 Inch, diameter luar pipa = 34 mm

Kapasitas Pompa Minyak Lumas :

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} \times dH^2$$

$$= 5,75 \times 10^{-3} \times 27,22$$

$$= 4,254 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tebal pipa minyak lumas

$$S = S_o + c + b \text{ (mm)}$$

(Ref : 6.8. BKI Kapal Ikan Th.2013 Vol. III Sec. 11.C.2.1)

Dimana :

$$S = S_o + c + b \text{ (mm)}$$

$$S_o = (d_a P_c) / (20 \sigma_{perm} V + P_c)$$

$$d_a = \text{diameter luar pipa} = 27,2 \text{ mm}$$

$$P_c = \text{Ketentuan Tekanan} = 16 \text{ Bar}$$

σ_{perm} = Toleransi Tegangan Max

$$= 80 \text{ N/mm}^2$$

V = factor efisiensi

$$= 1,00$$

c = faktor korosi sea water lines = 3,00

$$b = 0$$

$$S_o = (27,2 \times 16) / (20 \times 80 \times 1 + 16)$$

$$= 0,269 \text{ mm}$$

Jadi :

$$S = 0,269 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0$$

$$= 3,269 \text{ mm}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa = 3,8 mm

6. Pipa air tawar

Diameter Pipa Air Tawar

Diameter pipa air tawar sesuai dengan perhitungan kapasitas tanki air tawar yaitu:

$$\text{Volume tanki air tawar} = 43,53 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Jenis Air Tawar} = 1,0 \text{ Ton/ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Tanki Air Tawar} &= \text{VFWT} \times \text{Berat Jenis Air Tawar} \\ &= 43,53 \text{ m}^3 \times 1 \text{ Ton/ m}^3 \\ &= 43,53 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Sehingga sesuai kapasitas tangki standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan diameter pipa tangki air tawar menuju tangki harian = 40 mm = 1,5 Inch, diameter luar pipa = 48,6 mm

Kapasitas Pompa Air Tawar

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} \times dF^2$$

$$= 5,75 \times 10^{-3} \times 48,6^2$$

$$= 13,581 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Perhitungan Tebal Pipa Air Tawar

$$S = S_o + c + b \text{ (mm)}$$

(Ref : 6.9. BKI Kapal Cargo Th.2013 Vol. III Sec. 11.C.2.1)

Dimana:

$$S_o = \frac{(d_a \times P_c)}{(20 \times \sigma_{perm} \times v) + P_c}$$

$$\begin{aligned} d_a &= \text{Diameter Luar Pipa} \\ &= 48,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_c &= \text{Ketentuan Tekanan} \\ &= 16 \text{ Bar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{perm} &= \text{Toleransi Tegangan Max} \\ &= 80 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V = \text{Faktor Efisiensi}$$

$$\begin{aligned}
&= 1,00 \\
\text{So} \quad &= \frac{(48,6 \times 16)}{(20 \times 80 \times 1) + 16} \\
&= 0,481 \text{ mm} \\
c &= \text{Faktor korosi Fresh Water} \\
&= 0,5 \\
B &= 0 \\
\text{Sehingga:} \\
S &= 0,481 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 0 \\
&= 3,481 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Sehingga menurut standart ukuran pipa baja (JIS) direncanakan tebal minimum pipa = 3,5 mm

7. Pipa Udara dan Pipa Duga

Pipa udara dipasang pada tiap tangki dengan diameter minimal 50 mm dan dengan tebal 5,0 mm untuk dasar ganda berisi air sedangkan diameter minimum adalah 100 mm untuk ruangan yang berisi bahan bakar.

Pipa duga dipasang pada tangki bahan bakar, tangki air tawar dan tangki ballast. Pipa duga direncanakan = 0,06 m

Pipa Saniter dan Pipa Sewage

Pipa saniter berdiameter antara 50 – 150 mm

Direncanakan diameter 100 mm dengan ketebalan pipa 8,0 mm. Pipa sewage (pipa buangan air tawar)

Pipa sewage berdiameter 100 mm dengan ketebalan 8,0 mm.

Deflektor Pemasukan dan Pengeluaran Ruang Mesin

Deflektor Pemasukan dan Pengeluaran

Deflektor pemasukan pada ruang mesin

$$d = \sqrt{\frac{V_4 \times n \times \gamma_o}{900 \times \gamma_1 \times v}} + 0,05$$

(Diklat Perlengkapan Kapal Jilib. B IV.2.a&b)

Dimana :

d = Diameter deflektor

V = Volume ruang mesin : 417,064 m³

v = Kecepatan udara yang melewati ventilasi
= (2,2 – 4 m/det): 3 m/det

γ_o = Density udara bersih : 1 kg/m³

γ_1 = Density udara dalam ruangan : 1 kg/m³

n = Banyaknya pergantian udara tiap jam: 15 m³/jam

Maka :

$$d = \sqrt{\frac{417,064 \times 15 \times 1}{900 \times 3,14 \times 3 \times 1}} + 0,05$$

$$= 0,755 \text{ m}$$

$$r = \frac{1}{2} \times d$$

$$= 0,5 \times 0,755$$

$$= 0,377 \text{ m}$$

Luas lingkaran deflektor

$$L = \pi \times r^2$$

$$= 3,14 \times (0,377)^2$$

$$= 0,445 \text{ m}^2$$

Menggunakan 2 buah deflektor pemasukan

Jadi luas 1 buah deflektor

$$L_d = \frac{1}{2} \times L$$

$$= 0,5 \times 0,445$$

$$= 0,222 \text{ m}^2$$

Jadi diameter satu lubang deflektor

$$d = \sqrt{\frac{L_d}{1/4 \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,222}{1/4 \times 3,14}}$$

$$= 0,534$$

Ukuran deflektor pemasukan pada ruang mesin

$$d = 0,534 \text{ m}$$

$$a = 0,16 \times d : 0,16 \times 0,534 : 0,085 \text{ m}$$

$$b = 0,3 \times d : 0,3 \times 0,534 : 0,160 \text{ m}$$

$$c = 1,5 \times d : 1,5 \times 0,534 : 0,801 \text{ m}$$

$$r = 1,25 \times d : 1,25 \times 0,534 : 0,667 \text{ m}$$

$$e \text{ min} = 0,4 \text{ m}$$

Deflektor pengeluaran pda ruang mesin

$$d = 0,534 \text{ m}$$

$$a = 2 \times d : 2 \times 0,534 : 1,068 \text{ m}$$

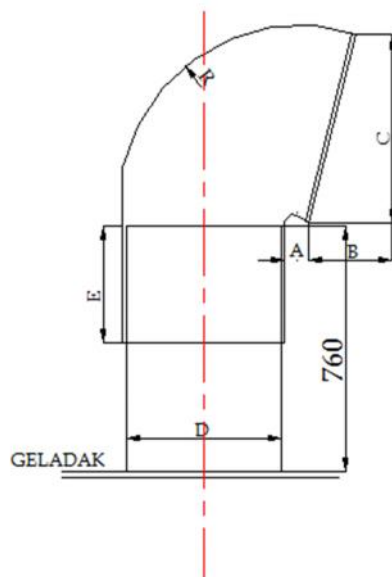
$$b = 0,73 \times d : 0,2 \times 0,534 : 0,106 \text{ m}$$

$$c = 0,6 \times d : 0,6 \times 0,534 : 0,320 \text{ m}$$

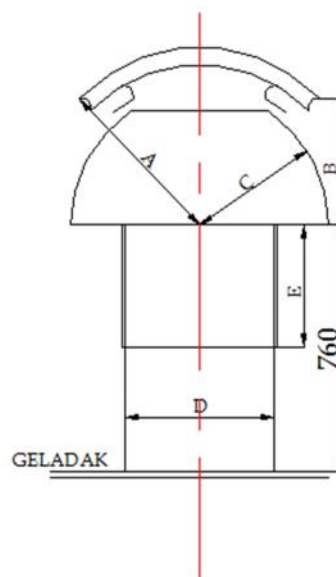
$$r = 1,7 \times d : 1,7 \times 0,534 : 0,907 \text{ m}$$

$$e \text{ min} = 0,4 \text{ m}$$

DEFLEKTOR PEMASUKAN KAMAR MESIN
SKALA 1 : 20



DEFLEKTOR PENGELUARAN KAMAR MESIN
SKALA 1 : 20



Gambar 6.15. Deflektor Pemasukan dan Pengeluaran Kamar Mesin

Deflektor Pemasukan pada ruang muat I :

$$d1 = \sqrt{\frac{V_1 \times n \times \gamma_o}{900 \times \gamma_1 \times v \times 1}} + 0,05$$

Dimana :

d1 = Diameter deflektor

V1 = Volume ruang muat I : 966,929 m²

v = Kecepatan udara yang melewati ventilasi
= (2,2 – 4 m/det): 3 m/det

γ_o = Density udara bersih : 1 kg/m³

γ_1 = Density udara dalam ruangan : 1 kg/m³

n = Banyaknya pergantian udara tiap jam: 15 m³/jam

Maka :

$$d1 = \sqrt{\frac{966,929 \times 15 \times 1}{900 \times 3,14 \times 3 \times 1}} + 0,05$$

$$= 1,272 \text{ m}$$

$$r = \frac{1}{2} \times d$$

$$= 0,5 \times 1,472$$

$$= 0,636 \text{ m}$$

Luas lingkaran deflektor

$$L = \pi \times r^2$$

$$= 3,14 \times 0,636^2$$

$$= 1,99 \text{ m}^2$$

Menggunakan 2 buah deflektor pemasukan

Jadi luas 1 buah deflektor

$$Ld = \frac{1}{2} \times L$$

$$= 0,5 \times 1,99$$

$$= 0,998 \text{ m}^2$$

Jadi diameter satu lubang deflektor

$$d1 = \sqrt{\frac{Ld}{1/4 \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,351}{1/4 \times 3,14}} = 0,67 \text{ m}$$

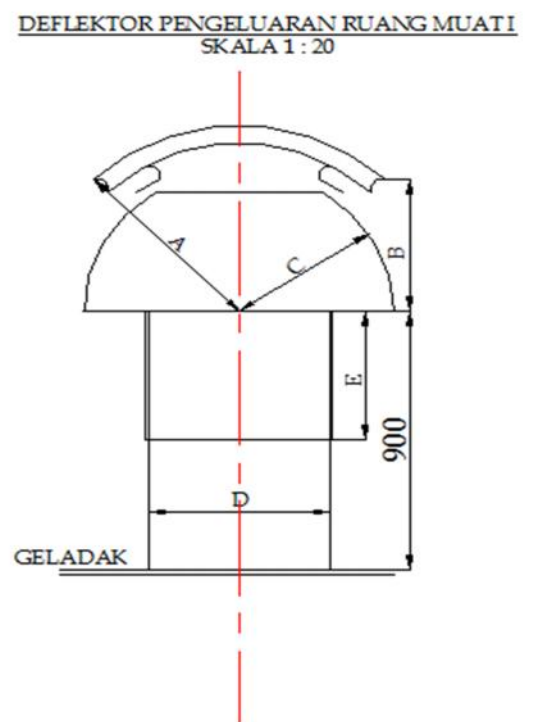
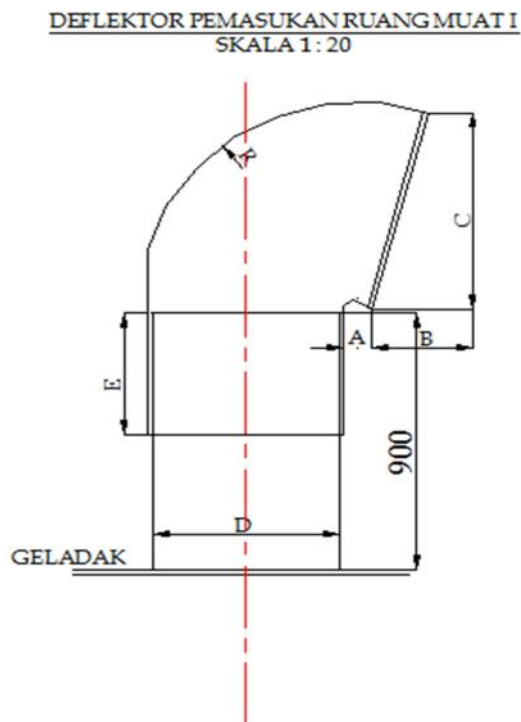
Ukuran deflektor pemasukan pada ruang muat I

$$\begin{aligned} d1 &= 0,67 \text{ m} \\ a &= 0,16 \times d1 : 0,16 \times 0,67 : 0,107 \text{ m} \\ b &= 0,3 \times d1 : 0,3 \times 0,67 : 0,201 \text{ m} \\ c &= 1,5 \times d1 : 1,5 \times 0,67 : 1,005 \text{ m} \\ r &= 1,25 \times d1 : 1,25 \times 0,67 : 0,837 \text{ m} \\ e \text{ min} &= 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Deflektor pengeluaran pada ruang muat I :

Dipakai 2 buah deflektor pengeluaran dengan diameter sama dengan diameter pemasukan :

$$\begin{aligned} d1 &= 0,67 \text{ m} \\ a &= 2 \times d1 : 2 \times 0,67 : 1,34 \text{ m} \\ b &= 0,25 \times d1 : 0,25 \times 0,67 : 0,167 \text{ m} \\ c &= 0,6 \times d1 : 0,6 \times 0,67 : 0,402 \text{ m} \\ e \text{ min} &= 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 6.16. Deflektor Pemasukan dan Pengeluaran Ruang Muat I

Deflektor pemasukan pada ruang muat II

$$d2 = \sqrt{\frac{V_2 \times n \times \gamma_o}{900 \times \gamma_1 \times v}} + 0,05$$

Dimana :

D2 = Diameter deflektor

V2 = Volume ruang muat II: 1204,548 m³

v = Kecepatan udara yang melewati ventilasi
= (2,2 – 4 m/det): 3 m/det

γ_o = Density udara bersih : 1 kg/m³

γ_1 = Density udara dalam ruangan : 1 kg/m³

n = Banyaknya pergantian udara tiap jam: 15 m³/jam

Maka :

$$d2 = \sqrt{\frac{1204,548 \times 15 \times 1}{900 \times 3,14 \times 3 \times 1}} + 0,05$$

$$= 1,364 \text{ m}$$

$$r = \frac{1}{2} \times d$$

$$= 0,5 \times 1,364$$

$$= 0,682 \text{ m}$$

Luas lingkaran deflektor

$$L = \pi \times r^2$$

$$= 3,14 \times 0,682^2$$

$$= 1,460 \text{ m}^2$$

Menggunakan 2 buah deflektor pemasukan

Jadi luas 1 buah deflektor

$$L_d = \frac{1}{2} \times L$$

$$= 0,5 \times 1,460 = 0,730 \text{ m}^2$$

Jadi diameter satu lubang deflektor

$$d2 = \sqrt{\frac{L_d}{1/4 \times \pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,730}{1/4 \times 3,14}} = 0,96 \text{ m}$$

Ukuran deflektor pemasukan pada ruang muat II

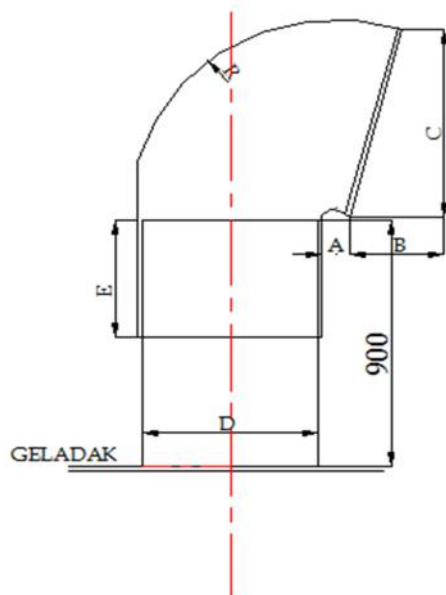
$$\begin{aligned} d2 &= 0,96 \text{ m} \\ a &= 0,16 \times d2 : 0,16 \times 0,96 : 0,153 \text{ m} \\ b &= 0,3 \times d2 : 0,3 \times 0,96 : 0,288 \text{ m} \\ c &= 1,5 \times d2 : 1,5 \times 0,96 : 1,44 \text{ m} \\ r &= 1,25 \times d2 : 1,25 \times 0,96 : 1,2 \text{ m} \\ e \text{ min} &= 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Deflektor pengeluaran pada ruang muat II

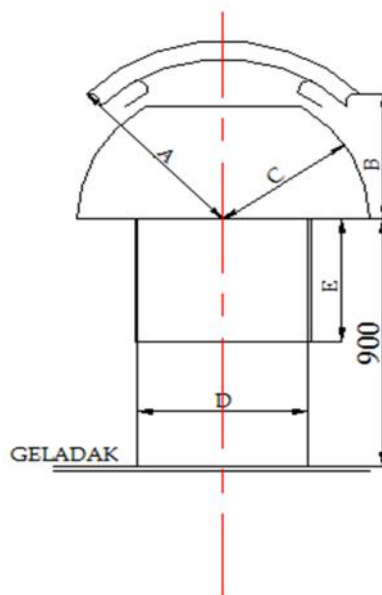
Dipakai 2 buah deflektor pengeluaran dengan diameter sama dengan diameter pemasukan :

$$\begin{aligned} d2 &= 0,96 \text{ m} \\ a &= 2 \times d2 : 2 \times 0,754 : 1,92 \text{ m} \\ b &= 0,25 \times d2 : 0,25 \times 0,754 : 0,24 \text{ m} \\ c &= 0,6 \times d2 : 0,6 \times 0,754 : 0,576 \text{ m} \\ e \text{ min} &= 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

DEFLEKTOR PEMASUKAN RUANG MUAT II
SKALA 1 : 20



DEFLEKTOR PENGELUARAN RUANG MUAT II
SKALA 1 : 20



Gambar 6.17. Deflektor Pemasukan dan Pengeluaran Ruang Muat II

6.6 KOMPONEN – KOMPONEN DALAM SISTEM PERPIPAAN

1. Separator



Gambar 6.8. Separator

Fungsi separator adalah untuk memisahkan minyak dengan air. Prinsip terjadinya adalah dalam separator terdapat poros dan mangkuk–mangkuk yang berhubungan pada tepi–tepinya. Setelah minyak yang masih tercampur dengan air masuk ke separator maka mangkuk–mangkuk tersebut akan berputar bersama padanya. Dengan perbedaan masa jenisnya maka air akan keluar melalui pembuangan sedangkan minyak akan masuk melalui lubang–lubang pada mangkuk yang selanjutnya akan ditampung ketangki harian.

2. Hydrophore



Gambar 6.9. Hydrophore

Dalam hydrophore terdapat 4 bagian dimana $\frac{3}{4}$ nya berisi air sedangkan $\frac{1}{4}$ nya berisi udara dengan tekanan kerja 3 kg/cm² maka hydrosphore akan bekerja mendistribusikan masing-masing ke ruang mesin-mesin kemudi dan geladak dengan bantuan kompresor otomatis.

3. Cooler



Gambar 6.10. Cooler

Fungsi dari cooler adalah sebagai pendingin yang bagian dalamnya terdapat pipa kecil untuk masuknya air laut sebagai pendingin minyak masuk melalui celah pipa air laut yang masuk secara terus menerus.

Dengan demikian minyak akan selalu dingin sebelum masuk ke ruang mesin (ME dan AE).

4. Purifier



Gambar 6.11. Purifier

Secara prinsip sama dengan separator yaitu sebagai pemisah antara minyak dengan air. Hanya pada purifier kotoran yang telah dipisahkan akan dibuang pada saat kapal mengadakan pendedokan atau bersandar ke pelabuhan untuk menghindari pencemaran lingkungan.

5. Strainer/ Filter



Gambar 6.12. Strainer

Fungsi dari alat ini adalah sebagai saringan yang bagian dalamnya terdapat lensa penyaring.

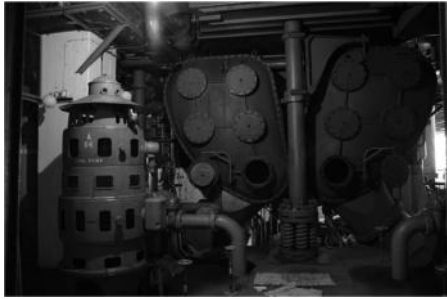
6. Botol Angin Dan Sea Chest



Gambar 6.12. Sea Chest

Fungsinya apabila kotak lautnya terdapat banyak kotoran atau binatang laut, angin akan menyembrotkan udara yang bertekanan ke dalam kotak laut tersebut.

7. Kondensor Pada Instalasi Pendingin



Gambar 6.13. Kondensor

Fungsinya adalah untuk mengubah uap air menjadi air untuk keperluan pendinginan.

6.7 PERHITUNGAN SEA CHEST

1. Perhitungan Displacement

Volume Badan Kapal Dibawah Garis Air (V)

$$V = L_{pp} \times B \times T \times C_b$$

$$= 65 \times 11 \times 6,4 \times 0,72$$

$$V = 2368,080 \text{ m}^3$$

Displacement

$$D = V \times \gamma \times C \text{ ton}$$

Dimana :

$$V = \text{Volume badan kapal} : 2368,08 \text{ m}^3$$

$$\gamma = \text{Berat jenis air laut} : 1,025 \text{ Ton/m}^3$$

$$C = \text{Coefisien berat jenis} : 1,004$$

Jadi :

$$D = V \times \gamma \times C \text{ ton}$$

$$= 2368,08 \times 1,025 \times 1,004$$

$$D = 2436,991 \text{ Ton}$$

2. Diameter Dalam Pipa

Kapasitas tangki antara 10% - 17% D

(Ref : 6.13 Diktat SDK Hal 31 ITS Th. 1982)

Direncanakan 15% D :

$$\begin{aligned} d &= 10\% \times 2436,991 \\ &= 243,6991 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Diameter Dalam Pipa Sea Chest

Menurut tabel ukuran pipa berdasarkan kapasitas tanki, untuk kapasitas tanki antara 190-215 ton, diameter dalam pipa Sea Chest (dsc) adalah 110 mm.

Perhitungan Tebal Plat Sea Chest

$$T = 12 \cdot a \cdot \sqrt{P \cdot k} + tk$$

Dimana :

$$\begin{aligned} a &= \text{Frame Spacing} &&= 0,60 \text{ M} \\ P &= \text{Tekanan Blow Up} &&= 2 \text{ Bar} \\ tk &= \text{Faktor Korosi} &&= 1,5 \\ k &= \text{Faktor Bahan} &&= 1 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} T &= 12 \times 0,60 \times \sqrt{2 \times 1} + 1,5 \\ &= 11,68 \text{ mm} \approx \text{diambil } 12 \text{ mm} \end{aligned}$$

4) Modulus Penegar Kotak Sea Chest

$$W = k \times 56 \times a \times p \times l^2$$

(Ref : 6.15. BKI Kapal Cargo Th.2013 Vol. II Sec.

8.B.5.3.1)

$$\begin{aligned} &= 1 \times 56 \times 0,60 \times 2 \times (0,27)^2 \\ &= 4,90 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Lubang Sea Chest

Luas Penampang Pipa

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1102 \\ &= 9498,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas Penampang Sea Greeting

Direncanakan 2 kali luas penampang pipa

$$\begin{aligned} A_1 &= 2 \times A \\ &= 2 \times 9498,5 \\ &= 18997 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah lubang sea greating direncanakan 5 buah maka luas tiap lubang sea greating :

$$\begin{aligned} a &= A_1 / 5 \\ &= 18997 / 5 \\ &= 3799,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Bentuk lubang direncanakan persegi dengan panjang 80 mm maka :

$$\begin{aligned} L &= 2543/p \\ &= 3799,4 / 80 \\ &= 47,492 \text{ mm} \approx \text{diambil } 48 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ukuran kisi-kisi sea greating

Panjang (P) = 80 mm dan lebar (L) = 48 mm